

Tuomo Kuivala

VALMET DNA I/O-LIITYNTÖJEN  
ELINKAARIPÄIVITYSSUUNNITELMA

Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
2017

# VALMET DNA I/O-LIITYNTÖJEN ELINKAARIPÄIVITYSSUUNNITELMA

Kuivala, Tuomo  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Marraskuu 2016  
Ohjaaja: Asmala, Hannu  
Sivumäärä: 25  
Liitteitä: 7

Asiasanat: Elinkaari, Automaatiojärjestelmä, I/O-liityntä

---

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Boliden Harjavalta Oy:n automaatiojärjestelmän vanhojen I/O-liityntöjen korvaamista uudemmallalla tekniikalla. Valmistaja on ilmoittanut nykyisen I/O-liityntätyypin elinkaaren päättymisestä, jolloin asiakkaiden on siirryttävä käyttämään uudempaa tuettua tekniikkaa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa dokumentaatio, jonka perusteella elinkaaripäivitykset voidaan tulevaisuudessa toteuttaa kustannustehokkaasti tuotantoa häiritsemättä.

Työ jakaantui kahteen pääosaan, teoria ja dokumentointi-osuuteen sekä pilot-projektiin jossa tutkittiin käytännön tasolla miten vanha I/O voidaan korvata uudemmallalla I/O:lla käyttäen ns. korvausadapteria.

Työllä saatiin tuotettua dokumentointi, jota hyödyntämällä I/O korvaus voidaan toteuttaa. Oheistuotantona syntyi myös muutama hyödyllinen Excel-pohjainen työkalu suunnittelun ja materiaalitilauksien tueksi.

## VALMET DNA I/O INTERFACE LIFETIME UPGRADE PLAN

Kuivala, Tuomo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in automation

November 2016

Supervisor: Asmala, Hannu

Number of pages: 25

Appendices: 7

Keywords: Life cycle, Automation system, I/O interface

---

This thesis research the Boliden Harjavalta Oy replacement of old automation system I/O interfaces with a newer technology. The manufacturer has announced that the current I/O interface type is end of the life cycle, so customers has gone over update to at latest supported technology.

The aim of this research was to produce documentation on the basis of lifecycle-bonuses can be implemented cost-effectively interfere with the production-without in the future.

The work was divided into two main parts, the theoretical and documentation-part, as well as a pilot project which examined the practical level, how old I/O can be replaced by newest-I/O using the replacement adapter.

The work was produced documentation that could allow an I/O compensation can be realized. Ancillary production was also born a few useful Excel-based tool to support the design and material orders.

.

# SISÄLLYS

LYHENTEET JA KÄSITTEET .....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 BOLIDEN HARJAVALTA OY .....	7
3 VALMET DNA AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ .....	7
3.1 DNA järjestelmän yleisesittely .....	7
3.2 Nimeyskäytäntö DNA järjestelmässä .....	8
3.3 Valmet DNA elinkaarimalli .....	9
4 BOLIDEN HARJAVALTA OY:N AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ .....	10
4.1 Esittely .....	10
4.2 Osajärjestelmät.....	10
4.3 IO ympäristö .....	11
5 SUUNNITELMA .....	14
5.1 Dna io-kenttäväylät.....	14
5.2 Siirtyminen uuteen tekniikkaan .....	14
5.2.1 Vanha vs. uusi tekniikka.....	15
5.3 Karkea suunnitelma ja reunaehdot.....	17
5.4 Yksityiskohtainen tarkastelu ja työkalut.....	17
5.4.1 I-Kaapit .....	18
5.4.2 M-Kaapit .....	19
5.5 Dokumentaation luominen.....	20
6 PILOT PROJEKTI .....	20
6.1 Projektin valmistelu .....	20
6.2 Projektin toteutus .....	22
6.3 Projektin yhteenveto .....	23
7 YHTEENVETO .....	25
LÄHTEET.....	26
LIITTEET	

## LYHENTEET JA KÄSITTEET

DNA	Dynaaminen sovellusverkko
CIO	Keskitetty io
ACN	Sovelluksen ohjausyksikkö
HW	Laitteisto
PNP	Positiivinen logiikkasuunta
NPN	Negatiivinen logiikkasuunta
BIU	Digitaali tuloyksikkö
BOU	Digitaali lähtöyksikkö
AIU	Analogia tuloyksikkö
AOU	Analogia lähtöyksikkö
TIU	Lämpötila tuloyksikkö
FIU	Taajuus tuloyksikkö
GMB	Ryhmailiityntäalusta
CMA	Muunnosadaperi
ALMA	Tiedonhallintajärjestelmä

## 1 JOHDANTO

Nykyaikaisissa tuotantolaitoksissa automaatiojärjestelmät ovat keskeisessä roolissa. Niiden avulla ohjataan ja kontrolloidaan koko tuotantolaitoksen toimintaa. Ilman automaatiota laitoksen käyttäminen ei ole mahdollista. Turvatakseen tuotantolaitosten käytettävyyden pitää automaatiojärjestelmien ylläpito, huolto ja kunnossapito olla järjestetty asianmukaisesti.

Elinkaarimalliajattelu on tullut viime vuosina vahvasti mukaan automaatiojärjestelmien ylläpidossa. Elinkaariajattelumallissa vanhaa, elinkaaren päässä olevaa tekniikkaa, korvataan uudemmalla ja tehokkaammalla tuetulla tekniikalla, ennen kuin laitteet hajoavat. Tällä pyritään siihen, ettei hallitsemattomia tuotantokatkoja varaosien puuttuessa pääsisi syntymään, koska se on aina tuotannollisesti ja taloudellisesti epäsuotuisaa.

Boliden Harjavalta Oy:n tuotantolaitoksissa suurin osa automaatiosta on toteutettu Valmet DNA automaatiojärjestelmällä. Laitetoimittaja on ilmoittanut käytössä olevan CIO IO:n elinkaaren päättymisestä lähivuosina, joka tarkoittaa sitä, että varaosia ei ole enää saatavilla.

Tässä opinnäytetyössä tehtiin suunnitelma miten elinkaaren päässä oleva vanha CIO IO korvataan uudemmalla ja tuetulla IO-tekniikalla Bolidenin Harjavallan laitoksilla. Työn tilaajana toimi Boliden Harjavalta Oy ja opinnäytetyön valvojana Jari Holmberg.

## 2 BOLIDEN HARJAVALTA OY

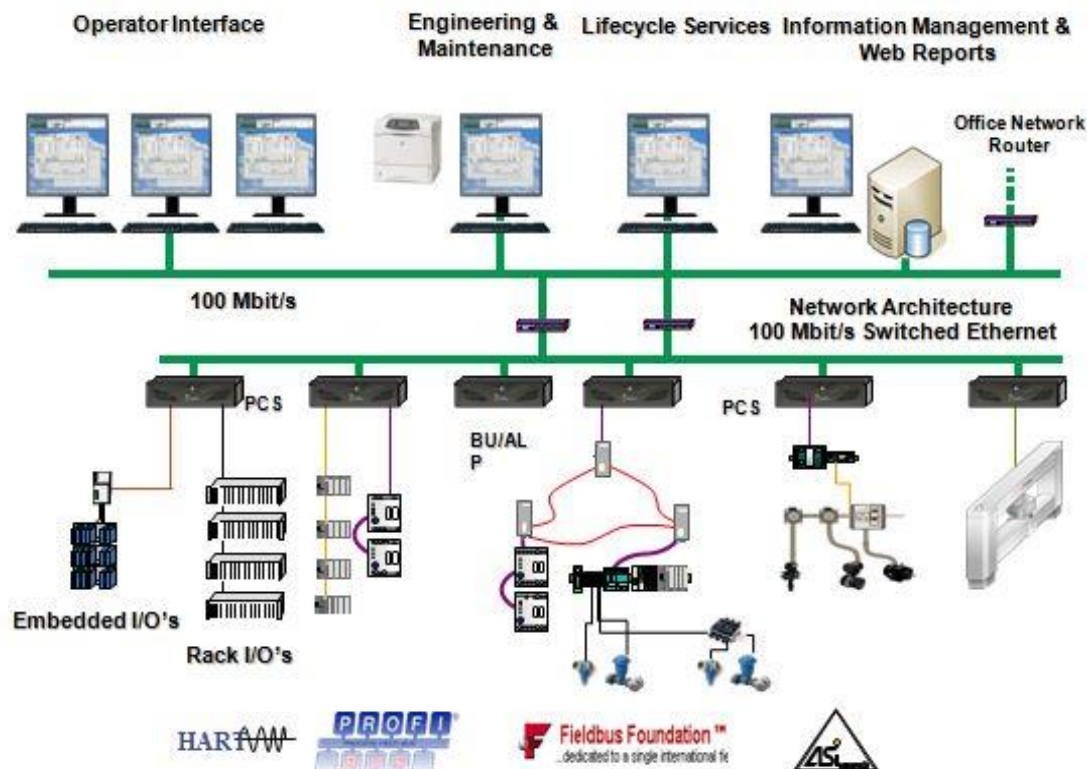
Boliden Harjavalta Oy on osa kansainvälistä Boliden konsernia. Konsernin päätuotteet ovat kupari ja sinkki. Muita tärkeitä tuotteita ovat nikkeli, lyijy, kulta ja hopea. Boliden konserni työllistää noin 4900 henkilöä. Boliden-konserni sai alkunsa vuonna 1924, kun Pohjois-Ruotsissa Fågelmýranissa tehtiin kultalöytö. Boliden Harjavalta Oy:llä on kupari- ja nikkelisulatot Harjavallassa sekä kuparielektrolyysi Porissa. Harjavallassa tuotetaan anodikuparia ja nikkeli hienokiveä, sekä rikkihappoa ja nestemäistä rikkidioksidia. Harjavallassa tuotettu anodikupari viedään Porin toimipisteeseen edelleen jatkojalostettavaksi, jossa siitä valmistetaan puhdasta kuparia loppuasiakkaille. Nikkeli hienokivi toimitetaan asiakkaille sellaisenaan joko suursäkeissä tai konteissa. Harjavallan tehtailla on pitkä historia takanaan, tehdas siirrettiin Imatralta pois sodan jaloista v.1944. Harjavallassa on kehitetty mm. maailmalla yleisesti käytössä oleva liekkisulatusmenetelmä jossa raaka-aineen omaa lämpösisältöä käytetään hyödyksi rikasteen sulattamisessa. (Boliden Harjavalta Oy [www-sivut](http://www.boliden.com))

## 3 VALMET DNA AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

### 3.1 DNA järjestelmän yleisesittely

Valmet DNA automaatiojärjestelmä koostuu dynaamisesta sovellusverkosta ja sen toiminta perustuu tietämyksen ja informaation verkottamiseen, ohjausautomaatiikkaan ja erilaisiin sulautettuihin kenttäohjauksiin. Automaatiojärjestelmän rakenne koostuu Valmet DNA lähiverkosta (väylät) ja siihen liittyvistä eri toimintoja suorittavista palvelimista. Verkko (väylät) on kaapeloitu koaksiaali-, pari-, tai valokuitukaapeleilla. Yhteen verkkoon voi liittää max. 50 palvelinta. Palvelinten välinen kommunikointi on nimipohjaista. Väyläliikenteen nopeus on tyypillisesti 100Mbit/s, tai 1 Gbit/s. Keskitetty tai hajautettu IO-ympäristö liittyy prosessinohjauspalvelimiin kenttäväylien avulla. ACN-pohjaisiin prosessinohjauspalvelimiin voidaan liittää Valmetin oma ACN-IO ympäristö, palvelimet tukevat myös useimpia kenttäväyliä, mm. Profibus,

FoundationFieldbus, As-interface. Vanhemman sukupolven CIO-IO voidaan myös kytkeä ACN-prosessinohjauspalvelimeen erityisen kenttäväyläsovittimen avulla. (Valmet Automation Oy www-sivut)



Kuva 1. Valmet DNA tyypillinen arkkitehtuuri (Valmet Dna manual)

### 3.2 Nimeyskäytäntö DNA järjestelmässä

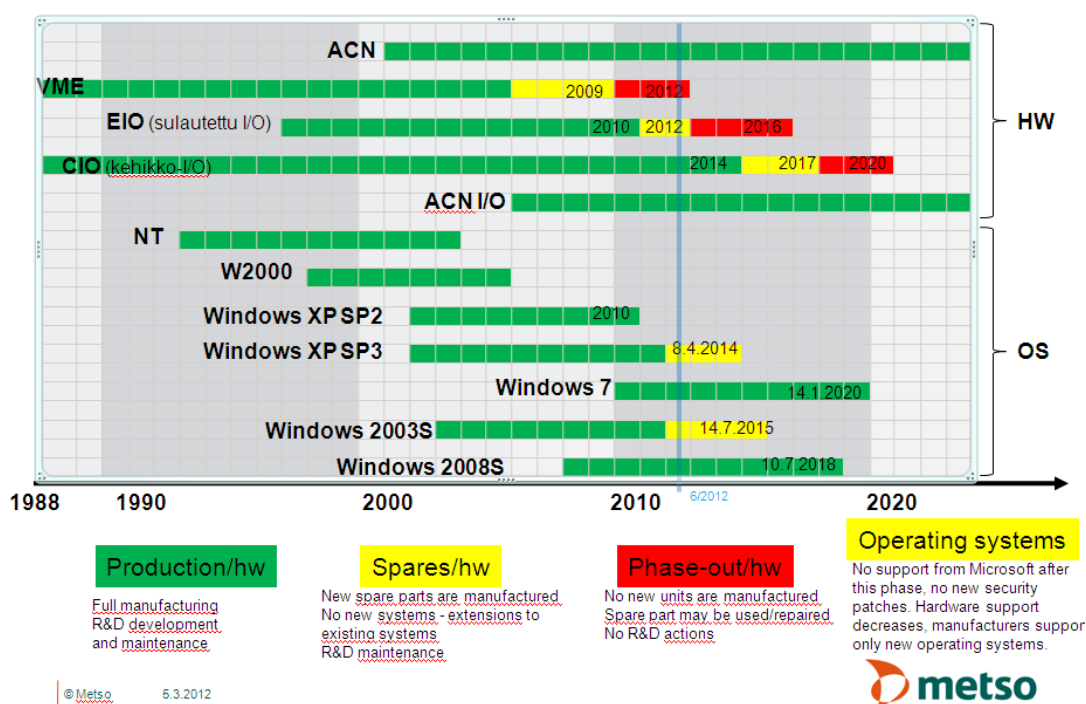
Valmet DNA on nimipohjainen automaatiojärjestelmä, jossa jokaisella sovellusohjelmassa olevalle tietopisteellä on yksikäsitteinen ja uniikki nimi. Eri rooleissa olevat palvelimet tunnistetaan myös tietyllä nimellä. Järjestelmän ollessa suuri, se yleensä jaetaan osastokohtaisiin osajärjestelmiin, osajärjestelmät on puolestaan kytketty toisiinsa, jolloin kaikki data on muiden osajärjestelmien saatavilla.



### 3.3 Valmet DNA elinkaarimalli

Valmet on ilmoittanut CIO IO:n tuen loppumisesta vuonna 2020, tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että varaosia ei enää ole saatavilla. Asia on ollut tiedossa asiakkaila jo muutaman vuoden, mutta viimeistään nyt on herätty siihen tosiasiaan, että tuo edellä mainittu ajankohta on jo melko lähellä. Tästä syystä valveutuneiden asiakkaiden on aloitettava IO:n uusinta pikimmiten. Korvaavaksi tuotteeksi Valmet tarjoaa ACN IO:ta. ACN IO poikkeaa edeltäjästään monelta osin, esim. kytkentäpisteet ovat muuttuneet, sekä osin mm. analogia tulokortin syöttöjännitteen kytkennät ovat muuttuneet aiemmasta. Korttityypit ovat myös muuttuneet sekä moottorikaapin releistys. Alla Valmetin elinkaarimalli eri tekniikoille.

#### Automation System: Technology Life Cycle



Kuva 2. Valmet DNA elinkaarimalli (Valmet tiedote -2010)

## 4 BOLIDEN HARJAVALTA OY:N AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

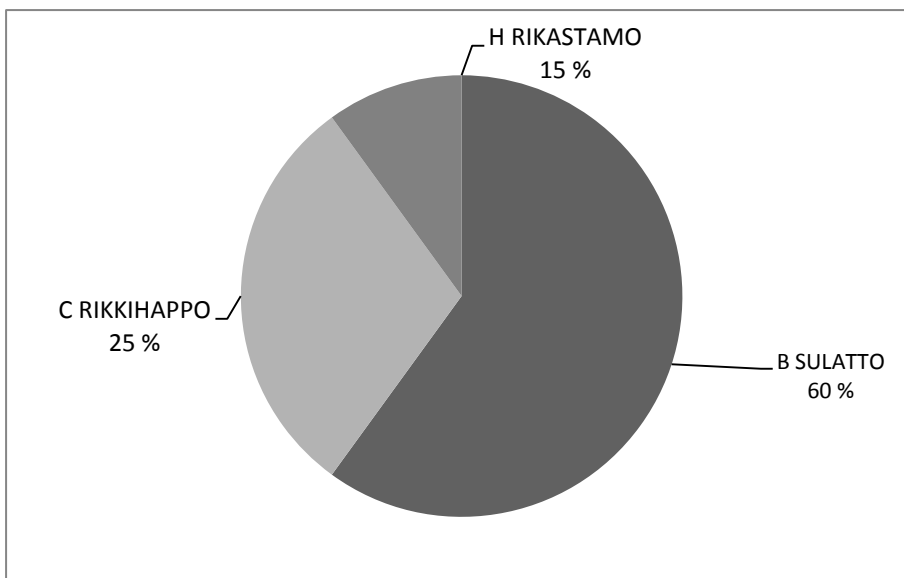
### 4.1 Esittely

Harjavaltaan Valmetin automaatiojärjestelmä rantautui 1990-luvun alkupuolella. Vuoden 1995 suuressa tuotannon laajennuksessa automaatiojärjestelmään kytkettiin suurin osa tehtaiden tuotantolaitteista. Tuon aikakauden jälkeen järjestelmä on laajentunut prosessin laajennuksien myötä, ollen nykyisin useamman osajärjestelmän kattava melko laaja kokonaisuus.

BOHAn DNA automaatiojärjestelmää on uusittu ja päivitetty ACN tekniikkaan, palvelimien osalta, siitä lähtien kun ACN-laitteita on ollut saatavilla. Vuodesta 2009 alkaen kaikki uudet IO-kaapit ovat tulleet ACN tekniikalla toteutettuna. Suurin osa IO:sta on kuitenkin asennettu -90 luvulla, käyttäen silloin saatavilla ollutta CIO-tekniikkaa. 2000-luvulla mukaan ovat tulleet vahvasti myös erilaiset kenttäväyläratkaisut, eritoten profibus-DP, jota käytetään mm. taajuusmuuttajien ohjauksissa.

### 4.2 Osajärjestelmät

Harjavallan tuotantolaitokset jaetaan automaation kannalta kolmeen osajärjestelmään, Sulatto(B), Rikkihappo(C) ja Rikastamo(H). Näistä B-järjestelmä on suurin, seuraavaksi suurin on C-järjestelmä ja pienimpänä H-järjestelmä. B-osajärjestelmän uusittava IO määrä on n.9000 kpl, C-osajärjestelmän n.4000 kpl ja H-osajärjestelmän n.2500 kpl.



Kuvio 3. BOHA DNA automaatiojärjestelmän laajuus osastoittain

#### 4.3 IO ympäristö

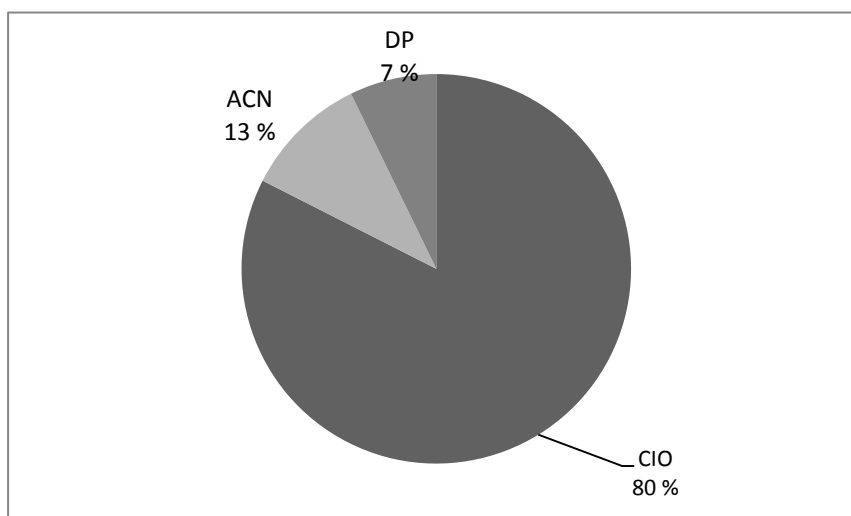
Harjavallassa automaatiojärjestelmän arkkitehtuuri on toteutettu siten, että pääkojeistoissa on keskitetysti kaikki ko. osajärjestelmän palvelimet, mukaan lukien prosessiohjauspalvelimet, joihin IO kytkeytyy. IO-kortit on hajautettu kentällä sijaitseviin kojeistoihin. Kortit on asennettu Valmetin standardi kaappeihin. Pääsääntöisesti BOHalla on käytössä kahden tyyppistä kaappi-mallia, ns. I-kaappi sekä moottorikaappi. I-kaappeihin on tuotu kaikki ns. instrumentointi signaalit ja moottorikaapit ohjaavat nimensä mukaisesti moottoreita ja muita vastaavia isomman ohjausjännitteen omaavia laitteita. Moottorikaapeissa on IO-korttien lisäksi välireleet, joilla 24 voltin tasajännitesignaalit saadaan muutettua 230 voltin ohjausjännitteiksi, samoin 230 voltin vaihtojännitesignaalit saadaan muutettua kortille kelpaavaksi 24 voltin tasajännitteeksi. Lisäksi käytössä on Profibus-DP kenttäväyläratkaisuja, sekä joitakin MODBUS-liitäntöjä.



Kuva 4. IO-kaappi jossa kaksi kehikkoa kalustettuna.



Kuva 5. Moottorikaappi jossa näkyy välireleistys.



Kuvio 6. Eri IO-tyyppien osuus asennuskannasta

## 5 SUUNNITELMA

### 5.1 DNA IO-kenttäväylät

Valmetin käyttämä, vanha CIO-kortteihin kytkeytyvä kenttäväylä, on toteutettu koaksiaalikaapeleilla, siinä väyläliittymät on kytketty yhteen yhdistävään kaapeliin, jonka molemmat päät on kytketty terminaaliksi kutsuttuun päätevastukseen. Kenttäväylämuuntimen avulla väylä on muutettu prosessinohjauspalvelimen ethernet-porttiin sopivaksi liittymäksi.

ACN IO:n ollessa kyseessä toteutustapa on ethernet kaapelointi, käytännössä pitkistä etäisyyksistä johtuen kenttäväylät pitää rakentaa valokuiduilla, jolloin väyläliittymiin asennetaan aina mediamuunnin muuntamaan kuituyhteys parikaapeliksi. Kenttäväylä pyritään rakentamaan rengasverkoksi (turbo-ring). Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista.

### 5.2 Siirtyminen uuteen tekniikkaan

Siirryttäessä vanhasta tekniikasta uuteen, myös kenttäväylä on uusittava, tämä toteutetaan pääsääntöisesti kuitukaapeloinnilla. Uusien IO:den tarvitsema kuituverkkojen rakentaminen kannattaa ottaa huomioon jo aikaisessa vaiheessa. Kannattaa miettiä verkkolayout jo valmiiksi, peilaten tulevaisuuden tarpeita.

Uuteen tekniikkaan siirtymisessä, käytettävissä on useita eri mahdollisuuksia. Yksi tapa on Valmetin kehittämä CIO-ACN adapteri(CMA), jolloin käytössä oleva ristikytkentä voidaan hyödyntää, tällöin kaapin kalustus uusitaan ACN tyyppiseksi ja uusien komponenttien vaatima kytkentämuutos toteutetaan korttikohtaisilla CMA-adaptoreilla. Toinen vaihtoehto on uusia IO-kaappi kokonaan, tällöin joudutaan kenttäkaapelointi purkamaan ja kytkemään uudestaan, tässä tapauksessa myös piirikaaviot on tehtävä uudelleen, kaapin kytkentöjen osalta, koska liittintunnukset ovat muuttuneet. Kolmas tapa voi olla käyttää jonkin toisen osapuolen IO:ta, joka sekin on mahdollista esim. Profibus väylän avulla. Moottorikaappien osalta, varsinkin Profi-

bus väylän käyttö tulee kyseeseen, jos moottorikaappiin on kyketty paljon taajuusmuuttajaohjauksia.

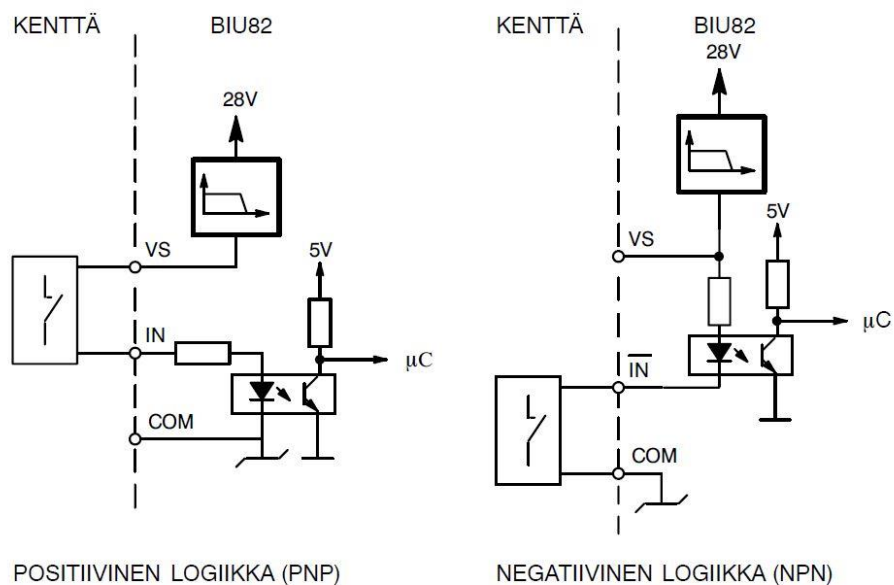
Tässä opinnäytetyössä päädyttiin siihen ratkaisuun, että I-kaapit uusitaan korvauspakettia hyödyntäen, tällöin asennusaika saadaan minimoitua eikä dokumentaatiossa mahdollisesti esiintyvät puutteet vaikuta lopputulokseen. Moottorikaappien osalta päädyttiin kokonaisvaltaiseen uusimiseen, perusteena moottorikaappien uusimiselle on se, että välireleistys liityntäalustoineen pitäisi kuitenkin uusia, jolloin kaapelointi pitäisi joka tapauksessa irroittaa ja uudelleenkytkeä, joten hyötyä korvauspaketin käytölle ei juurikaan tulisi.

### 5.2.1 Vanha vs. uusi tekniikka

Eräs olennainen ero vertailtaessa vanhoja ja uusia IO-kortteja on kytkentätapa. Tyyppisimmissä CIO-korteissa kenttälaitteen johdotukseen on käytettävissä kolme kytkentäpistettä, tällöin kytkennällä voidaan valita esim. digitaalitulokortilla, joko positiivinen, tai negatiivinen logiikka (PNP/NPN), samoin analogiatulokortilla kentälle syötettävä käyttöjännite valitaan kytkennällä, ts. käytössä on kolme kytkentäpistettä, joista valitaan tarkoituksen mukaiset nastat käyttöön.

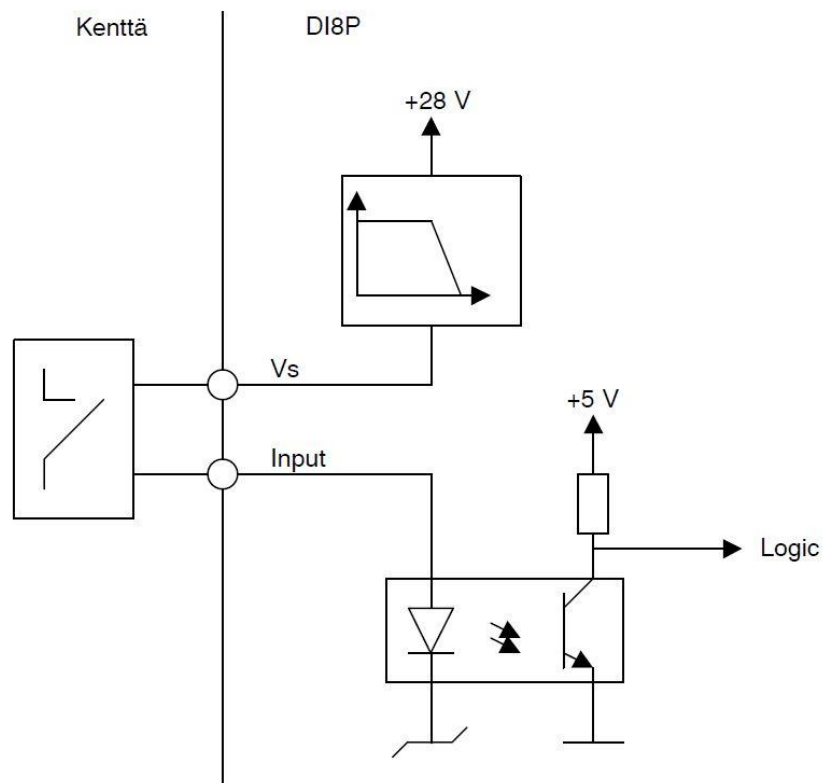
Uudessa ACN-IO:ssa käytössä on aina vain kaksi nastaa ja kortteja on useampaa eri tyyppiä, esim. PNP-tyypin tulokortti ja NPN-tyypin tulokortti. Samoin analogiatulokortin syöttöjännite on kiinteä neljälle ensimmäiselle kanavalle ja valittavissa dipkytkimillä neljälle viimeiselle kanavalle, tai vaihtoehtoisesti N-tyypin analogiatulokortilla kiinteä passiivinen kytkentä neljälle ensimmäiselle kanavalle ja valittavissa neljälle viimeiselle kanavalle.

### 10.1.1 Logiikkasuuntien periaatekuvat kaksijohdinkytkentöinä



Kuva 7. CIO IO logiikkasuuntien periaatekuvat (Valmet Dna manual)

### 11.1.1 Logiikkasuunnan periaatekuva



Kuva 8. ACN IO logiikkasuunnan periaatekuva (Valmet Dna manual)



### 5.3 Karkea suunnitelma ja reunaehdot

Uusimissuunnitelmaa lähdin tekemään sillä periaatteella, että kasasin lähtötiedot ensin käyttööni, kuinka monta kaappia pitää uusia, kuinka paljon IO:ta niissä on? Lähtötietojen perusteella laskin realistisen aikataulun millä aikajaksolla kaapit voidaan uusia. Suunnitelmissa on paljon asioita mitä pitää ottaa huomioon. Ensiksikin kaappien uusiminen on pitkäkestoinen urakka, käytännössä joudutaan uusimaan koko kahdenkymmenen vuoden aikana rakenettu IO-laajuus. Projekti on rahallisesti mitattuna suurin yksittäinen investointi automaatiojärjestelmään, tosin investointikustannukset jakaantuvat useammalle vuodelle. Toinen haaste uusimisessa on että vuosi- huoltojen lyhyempi kesto ja niitä on yhä harvemmin ja vuosi- huollot ovat käytännössä ainoa mahdollisuus toteuttaa uusintaa. Alkutarkastelun jälkeen totesin, että uusittavia kaappeja on 64kpl. Tästä päästiin realistiseen kahdeksan vuoden uusimisaikatauluun ts. kahdeksan kaappia/vuosi. Varaosat on turvattu käytöstä pois jäävillä osilla, jotka suurelta osin ovat kuitenkin vielä täysin toimivia komponentteja. Uusimisessa pitää ottaa huomioon myös projektiosaston suunnitelmat, koska sitä kautta saattaa myös tulla uusimistarvetta jo luonnostaan. Lisäksi pitää ottaa huomioon tulevaisuuden suunnitelmat esim. kojeistojen suhteen sekä poistuvien prosessialueiden tarkastelu. Eli pitää siis priorisoida kaappien uusimisjärjestystä. Tarkastelin olemassa olevia kaappeja myös siltä pohjalta että jos kaapissa on paljon taajuusmuuttajaohjauksia, tällöin kannattaa miettiä olisiko järkevää kytkeä taajuusmuuttajat suoraan Profibus väylään. Myös I-kaappien mekaaninen kunto vaikuttaa korvauspaketin käyttöön, jos kaappi on aivan puhkiruostunut ja liittimet hapettuneet, ainoa vaihtoehto on uusia koko kaappi.

### 5.4 Yksityiskohtainen tarkastelu ja työkalut

Karkean tarkastelun jälkeen aloitin yksityiskohtaisemman tarkastelun, ottaen huomioon vuosi- huoltopainotukset eri osastojen välillä. BOHAssa vuosi- huollot painottuvat sulaton osalta nikkelisulattoon ja kuparisulattoon, joista toisessa on joka toinen vuosi hieman pidempi vuosi- huolto. Tällaisia kaappeja oli kuitenkin melko vähän jotka oli-

sivat pelkästään toisen osaston käytössä. Lisäksi piti tarkastella, miten saataisiin asemakohtaisesti IO:t uusittua siten, ettei jäisi vanhaa ja uutta tekniikkaa paljoakaan sekaisin. Kun vanha kenttäväylä vapautuu, sen liityntäpiste voidaan ottaa uuteen käyttöön. Iso asia on myöskin kuitukaapeloinnin rakentaminen pääkojeistoista kentällä sijaitseviin automaatio/sähkötiloihin. Osittain voidaan hyödyntää jo olemassa olevaa kuitukaapeliverkkoa, mutta osaan joudutaan rakentamaan uutta. Koko kahdeksan vuoden ajalle ei pysty täysin yksityiskohtaista suunnitelmaa tekemään koska tilanteet saattavat muuttua, mutta suunnitelmaa voi pitää hyvänä runkona jota aina tarkastellaan vuosittain. Parhaassa tapauksessa suunnitelma voidaan toteuttaa sellaisenaan loppuun asti. Kaappien uusimisessa toteutetaan melko pitkälle sitä periaatetta, että joka osastolla uusitaan vuosittain suhteellisesti saman verran kaappeja. Kuitukaapeloinnit eivät ole sidoksissa vuosihuoltoihin, vaan niitä voidaan rakentaa tuotannon aikanakin. Kaappien uusimisessa tarvitaan myöskin suunnitteluresurssia, koska piirikaaviot täytyy päivittää tai piirtää kokonaan uusiksi. Tähän olen ehdottanut suunnitteluihmiselle jonkinlaista generointityökalua, joka osaisi generoida suoraan vanhasta piirikaaviosta uuden. Sovellusohjelmassa menevät myös kaikki korttipaikatiedot ja korttityypit uusiksi. Tähän on Valmet kehittänyt ratkaisun, jolla saadaan generoitua sovelluksen tarvitsema uusi korttityyppi. Ehkä suurin haaste koko uusimisprojektissa on resurssien riittävyys, koska ei riitä että kaappi uusitaan, vaan se täytyy myöskin testata, tämä taas sitoo kunnossapidon resursseja entisestään. Kuitenkin huolellisella etukäteisuunnittelulla kaappien uusiminen on mahdollista, haastavasta aikataulusta huolimatta.

#### 5.4.1 I-Kaapit

Muutettaessa I-kaappi CMA adapterien avulla ACN tekniikkaan, täytyy muutamia asioita tarkastella, alla listattu käytännön työjärjestys miten menetellä.

- Ajetaan IO-listaus DNA suunnittelujärjestelmästä Exceliin
- BIU ja BOU korttien logiikkasuunta (PNP/NPN) pitää tiedostaa.
- Annetaan uusi osoite kenttäsuunnittelun käyttöön (käytetään aiemmin mainittua IO-Exceliä)
- Huomiodaan BIU-kortin invertointi, sovellus vaatii oman korttityypin

- TIU-kortit, vaihtoehtoina lisätä mA-lähetin ja kytkeä virtaviesti AI-kortille tai käyttää TI4-ACN-kortteja, tällöin pitää lisätä uudet ristikytkentälevyt ja suorittaa kytkennät uudestaan.
- Kehikko-osoitteena käytetään ensisijaisesti vanhaa osoitetta.

Tehdään määrittelydokumentti:

- Korttien tyypit ja lukumäärä
- Adapterien tyypit ja lukumäärä
- Teholähde ja akkuvarmennusyksikkö

#### 5.4.2 M-Kaapit

Moottorikaapin uusinnan yhteydessä uusittavasta kaapista piirretään Network Designer ohjelmalla layout-piirustus kokoonpanoa varten. Piirustus määrittelee komponenttien tyypit ja sijoittelun sekä niiden tunnuksat. Lisäksi kaappivalmistajalle toimitetaan sähköpiirikaaviot kaapin sisäisiä kytkentöjä varten. Alla on listattu tärkeimmät asiat jotka on syytä selvittää ennen layoutin piirtoa.

- Kaapin kätisyys. Huomioidaan onko kaapelinousu oikealla vai vasemmalla sekä oven avautumissuunta.
- Kokoonpano. Ryhmäkytkentälevyjen osalta on pyrittävä käyttämään samaa sijoittelua kuin korvattavassa kaapissa, kaapeleiden riittävyyden takia.
- Korttityypit. Korttityypit määritellään layout kuvaan piirikaavioiden perusteella.
- AIU korttien aktiivisuus/pasiivisuus pitää tarkastella ja muuttaa kanavat tarvittaessa.
- Virtamuuntimien skaalaus saadaan selville vanhasta kaapista
- MGC ryhmittimien tyypit ja sijoittelu määräytyy muusta kokoonpanosta.
- MXS liityntäalustojen tarve määräytyy muusta kokoonpanosta.
- Galvaaniset erottimet pitää huomioida ja piirtää layout kuvaan.
- Kehikko numerointi täytyy päättää.
- Kenttälaitteiden yhteisen potentiaalin 0-voltin kytkentäräma täytyy asentaa 3-johdin kytkentöjä varten tarvittaessa.

## 5.5 Dokumentaation luominen

Opinnäytetyö tuotti pääasiassa Excel-pohjaisia taulukoita, joihin on kerätty nykyisen asennuskannan osalta olennaista tietoa mm. IO-lukumäärästä, korttityypeistä sekä välireleistyksen kokoonpanoista. Excel taulukkoon on myös mietitty valmiiksi vuosittainen kaappien uusimisjärjestys. Samoja dokumentteja voidaan käyttää tilausdokumentteina toimittajalle. Tein myöskin pikaohjeet/muistilistat eri tyyppisten kaappien uusimiselle. Excelillä tein myöskin työkalun, joka osaa laskea eri korttityypit asemakohtaisesti halutuista kaapeista. Suunnitteluosasto teki lisäksi ohjelman, jolla voidaan vertailla sovelluksen ja piirikaavio-tietokannan välisiä eroavaisuuksia.

# 6 PILOT PROJEKTI

## 6.1 Projektin valmistelu

Yhtenä osana tätä opinnäytetyötä oli tarkoitus toteuttaa pilot-projekti, jossa tarkoituksena oli tehdä yhden olemassa olevan IO-kaapin muutos, CIO-ympäristöstä ACN-tekniikkaan, käyttäen laitevalmistajan kehittämää muunnosadapteritekniikkaa. Koska asia oli uusi niin valmistajalle kuin kaikille muillekin osapuolille, piti aiheeseen perehtyä hyvinkin tarkoin ettei mitään yllättävää pääsisi syntymään. Kyseessä oli kuitenkin tuotannolle tärkeä IO-kaappi.

Muutostyö toteutettiin projektinomaisesti vuosihuollon 2016 aikana. Projektin kohteeksi valittiin sellainen kaappi, jonka toteuttaminen oli aikataulullisesti mahdollista.

Korvauspakettiratkaisun ideana on kalustaa vanhaan kaappiin uudet kehikot ja kortit, jossa ristikytkennän ja korttien väliin asennetaan CMA-adaptteri muuttamaan vanha kytkentä uudelle IO:lle sopivaksi. Alkujaan tietona oli että analogiatulokorttien passiiviset kytkennät kanavilla 0...3 on siirrettävä muille korteille kanaviin 4...7, mutta tämä tieto osoittautui myöhemmin vääräksi, näin ollen mitään kytkentämuutoksia kenttäkaapeloinnin osalta ei jouduttu tekemään.

Projektin laajuus oli kaksi kehikkoa, IO-kanavia oli 160 kpl. Ajoin IO-kanavalistan DNA suunnittelujärjestelmästä Exceeliin, tähän merkkasin uuden IO-osoitteen. DNA:ssa IO-osoite muodostuu aseman slot-tunnuksesta, kehikkonumerosta, kortti-paikkonumerosta sekä kortin kanavanumerosta. ACN IO:ssa korttien numerointi alkaa nolasta (0) ja CIO IO:ssa viidestä (5), joten kaikki korttipaikat piti muuttaa viidellä pienemmäksi, kanavanumerot säilyivät ennallaan, slot numero muuttui myös 2->3, koska kyseessä on eri kenttäväylä kuin vanha.

Taulukko 1. CIO kortit vs ACN kortit ja soveltuvat adapterit (Valmet Dna manual)

CIO	ADAPTER BOARD	CODE	ACN I/O
BIU82 PNP, BIU84 PNP	CMA1	S446937	DI8P
BIU82NPN, BIU84 NPN BIU83 BIU8 BOU8 NPN BOU82NC	CMA2	S446938	DI8N DI8U DI8N DO8N DO8RC
BOU8 PNP	CMA3	S446939	DO8P
AIU8V			AI8V
BOU82 NO	CMA4	S446940	DO8 RO
AIU8C, AIU8H, AIH8	CMA5	S446941	AI8C, AI8H
AOU4, AO4H	CMA6	S446942	AO4, AO4H

Suunnitelu/Projektointi –osaston suunnittelija generoi uudet piirikaaviot. Piirikaavioissa muuttui ainoastaan korttityyppi sekä korttipaikka, kytkentöjä ei siis tarvinnut muuttaa, koska CMA-adapterin kytkentäpisteet ja liitinnumerot luetaan ns. sisäisiksi kytkennöiksi, joita ei piirikaavioihin ole merkitty. Piirikaavioihin laitettiin kuitenkin huomautusteksti adapterin käytöstä.

Sovellukseen muutin korttipaikat valmiiksi etukäteen ja jätin sovelluksen odottamaan online-latausta ja korttien asennusta omalle työpöydälle. Sovelluksen korttipaikkojen muuttaminen manuaalisesti oli melko työlästä. Tähän on laitetoimittajalla olemassa

ratkaisu, jolloin uudet korttipaikat pystytään generoimaan erikoistyökalulla ilman raskasta käsityötä.

Kun lähtötiedot olivat tarkasti selvillä, tilattiin laitetoimittajalta kaikki muutoksessa tarvittavat komponentit. CMA-adaptoreita on kuutta eri tyyppiä riippuen käytettävästä korttityypistä. Nämä piti tietysti määritellä tarkasti kuinka monta mitäkin korttia ja adapteria tarvitaan. Komponenttien saavuttua asennuspaikalle, oltiin hyvässä uskossa että kaikki tarvittavat tavarat ja tarvikkeet ovat kasassa. Myöhemmin selvisi, että toimitus oli hieman puutteellinen. Onneksi kyse oli kuitenkin asennusmateriaalista, joka saatiin ajoissa hankittua alihankkijan toimesta. Vastaisuudessa tiedetään tarkemmin mitä kaikkea tarvitaan.

## 6.2 Projektin toteutus

Projektin varsinaiseksi käytännön toteuttajaksi valittiin laitetoimittajan alihankkija, joka tässä kohtaa oli lienee ainoa henkilö joka kyseistä hommaa oli ylipäätänsä tehnyt. Toki laitetoimittajalta luvattiin teknistä tukea ja neuvonantoa tilanteen niin vaatiessa. Itse toimin projektissa tilaajan edustajana sekä dokumentoin koko muutostyön mahdollisimman tarkasti.

Asennustöille oli varattu aikaa 2- työpäivää sekä testauksille 3 –työpäivää. H-hetken koittaessa oli ennakkovalmistelut hyvin hoidettu. Viime hetkellä tosin päätettiin vielä pyytää paloilmaisimen silmukan ohitusta, koska purkutyössä joudutaan käyttämään kovametalliterää ja tästä saattaa aiheutua savun muodostumista. Käytännössä työt päästiin aloittamaan n. klo:9:30. Ensimmäiseksi laitettiin kaappi jännitteettömäksi ja suoritettiin asianmukaiset erotukset ja lukitukset. Vanha kenttäväylä irroitettiin ja päätevastus asennettiin jäljelle jääneen väylän viimeiseen IO-kehikkoon. Tämän jälkeen kaapista purettiin vanhat kehiöt kortteineen, akkuvarmennusyksikkö ja teholaähde. Sähkökomponenttien purkamisen jälkeen oli vuorossa työn ikävin vaihe, koska vanhat pystykiskot pitää poistaa ja ne on hitsattu kaapin runkorakenteisiin kiinni. Kiskot poistettiin poraamalla kovametallireikäсахalla hitsausseamojen ympäriltä,

jolloin kiskot saatiin poistettua. Puolen päivän aikaan vanhat komponentit oli saatu kokonaisuudessaan purettua ja pystytettiin aloittamaan kaapin uudelleen kalustaminen.

Uusien pystykiskojen kiinnityksessä oli asentajamme pienet detaljitiedot tuiki tarpeellisia, koska vanhojen lattaakaapeleiden pituus tulisi olemaan ongelma, joten IO-kehikot asennettiin niin lähelle kaapin etureunaa kuin mahdollista. Sen jälkeen asennettiin uusi akkuyksikkö ja teholähde sekä johdotettiin jännitesyötöt IO-kehikoille. Uusia johtokouruja jouduttiin myöskin asentamaan. Muunnos-adapterit asennettiin kaapin takapuolelle ja adaptereilta kytkettiin uudet lattaakaapelit IO-korteille. Valokuitumuuntimelle löytyi sopiva paikka kaapelinoususta. Kun kaikki oli asennettu, suoritettiin vielä silmämääräinen tarkastelu ja käyttöönottomittaukset ennen kuin sähköt kytkettiin kaappiin.

Jännitteiden kytkemisen jälkeen diagnostiikkatyökalulla tutkittiin, että uusi väylä on kunnossa ja kaikki kortit löytyvät väylältä. Aikaa asennustyöhön meni n. 10 tuntia. Seuraavana päivänä latasin sovellusohjelman uusilla osoitteilla järjestelmään ja sen jälkeen oli mahdollista aloittaa koestus/testaus.

Koska kenttäkaapelointiin ei oltu ollenkaan koskettu, päädyttiin piirien testaus tekemään hieman normaalia kevyemmin, eli tutkittiin ainoastaan että jokainen signaali toimii ja tulee oikeaan kanavaan. Testauksessa meni lopulta 2 –työpäivää ja kaikki signaalit muutama pientä poikkeusta lukuun ottamatta toimivat moitteetta.

### 6.3 Projektin yhteenveto

Projektin tiimoilta saatiin paljon arvokasta tietoa korvauspaketin käytöstä IO-uusinnassa. Suurin hyöty nähtiin siinä, että korvauspaketin käytössä ei dokumentointi ole niin tärkeässä roolissa verrattuna jos koko kaappi uusittaisiin. Myöskin kytkentävirheiden määrä minimoituu, koska kenttäkaapeloinnin kytkentöihin ei tarvitse koskea. Kolmas hyöty saadaan siitä että painavaa kaappia ei tarvitse viedä kokonaisena asennuspaikalle, vaan riittää pelkkien komponenttien toimittaminen asennuspaikalle.



Kuva 10. Pilot kaappi ennen muutosta



Kuva 11. Pilot kaappi muutoksen jälkeen



## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tekeminen sujui hyvin ja tutuksi tuli uusi tekniikka. Haastavinta oli saada kaikista pienistä tiedonjyväsistä koottua tiivis paketti lukijalle. Lopputuloksena saatiin mielestäni se mitä haettiin, eli tuotetun dokumentaation ja lisääntyneen tietämyksen ansiosta IO-kaappien uusinta voidaan tehdä tuotantoa vaarantamatta. Tehdyn selvityksen perusteella kaappien uusimisen käytännöt on pystytty dokumentoimaan ja jatkossa toimintatapa vielä terävöityy kun uusinnat pääsevät todenteolla liikkeelle.

Opinnäytetyöhön liittyvän pilot-projektin tiimoilta saatiin arvokasta tietoa sekä kehitysideoita laitetoimittajalle ja asennusurakoitsijoille. Suunnittelukäytännöt myöskin sisäistettiin. Jatkossa IO-kaappien uusintoja pyritään tekemään vuosittain, tehdyn suunnitelman mukaisesti. Elinkaarisuunnitelma ja kokoonpanotaulukkoa (LIITE 5) voi pitää dokumentoinnin pohjana, johon vuosittain tehdään tarkennettu määrittely uusittavista kaapeista, taulukon tietojen perusteella pystytään kustannusarvio tekemään jo hyvin aikaisessa vaiheessa. Haastavinta IO-kaappien korvaamisessa lienee työn suuri laajuus joka sitoo paljon varsinkin suunnittelu resursseja, mutta toisaalta hyvä ja perustavaa laatua oleva suunnittelu on avainasemassa kaappien uusinnan onnistumisen kannalta.

## LÄHTEET

Boliden Harjavalta Oy www-sivut. 2016. Viitattu 23.11.2016  
<http://www.boliden.fi/fi/Toimipaikat/Sulatot/Boliden-Harjavalta/>

Valmet Automation Oy www-sivut. 2016. Viitattu 24.11.2016  
<http://www.valmet.com/products/automation/valmet-dna-dcs/>

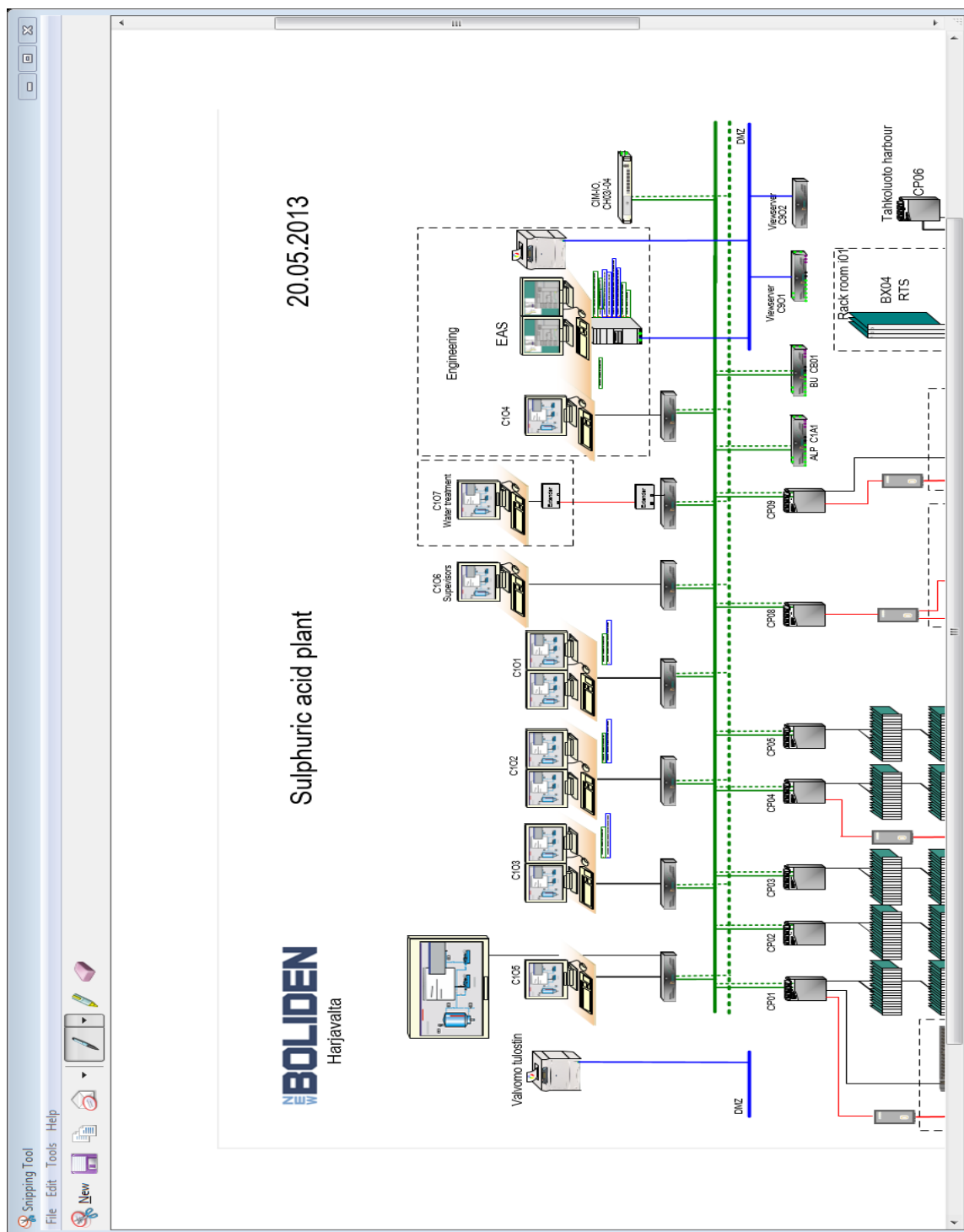
Valmet ACN I/O M80. Viitattu 12.12.2016  
<https://eu.mf.valmet.com/Default.aspx#D23E45F7-94CD-4AF5-9A26-233B74219208/mfd/0/123195/latest>

Viitattu 1.12.2016  
Sähköpostikeskustelu Valmet Automation Oy:n teknisen myyjän Mikko Salkolahden kanssa.

Valmet ACN I/O units. Viitattu 12.12.2016  
<https://eu.mf.valmet.com/Default.aspx#D23E45F7-94CD-4AF5-9A26-233B74219208/mfd/0/123195/latest>

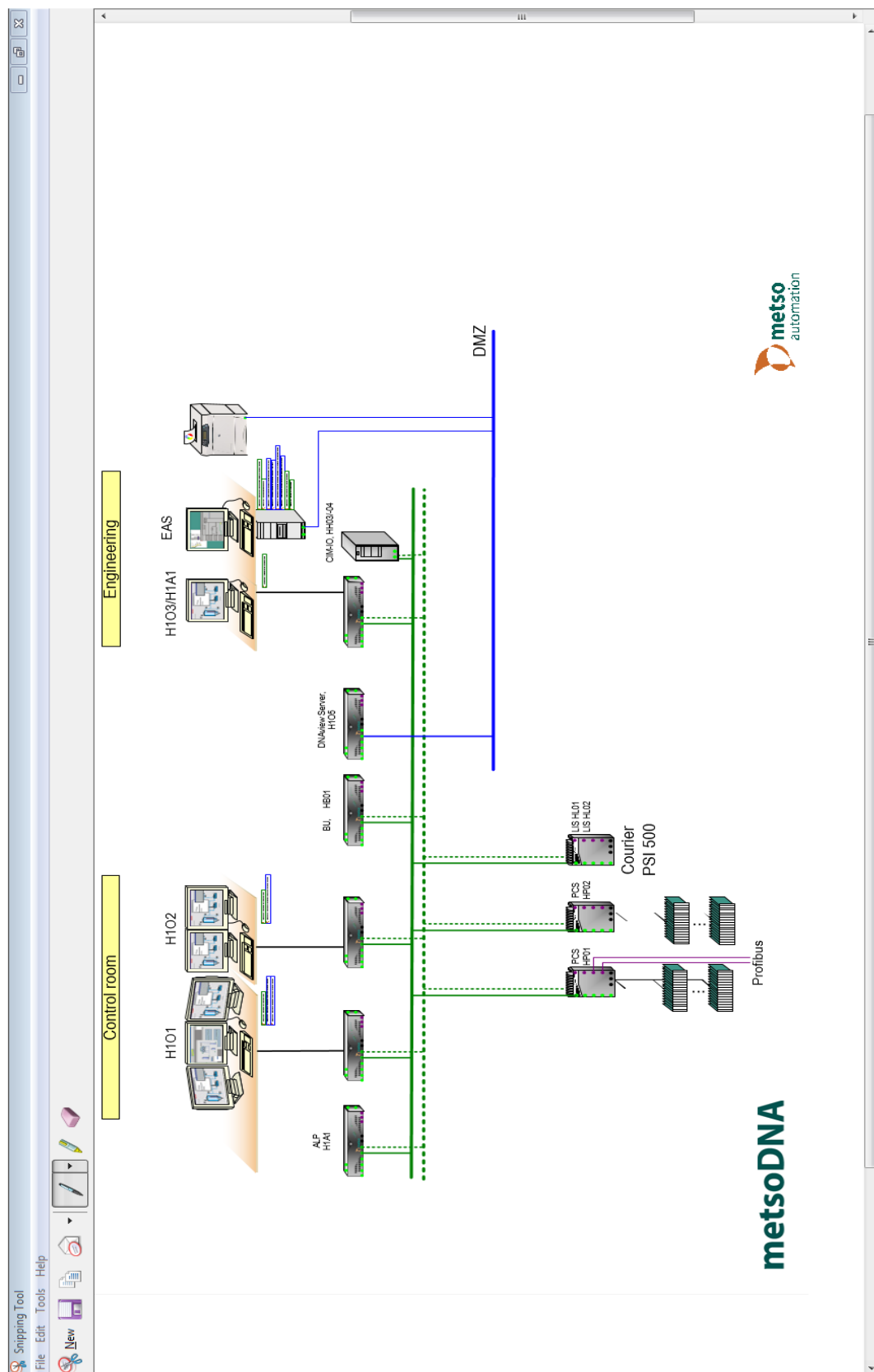


## LIITE 2



Kuva 11. JÄRJESTELMÄ LAYOUT OSAJÄRJESTELMÄ C

## LIITE 3



Kuva 12. JÄRJESTELMÄ LAYOUT OSAJÄRJESTELMÄ H

## LIITE 4

File

Home

Insert

Page Layout

Formulas

Data

Review

View

DIMOLabel

Cut

Copy

Format Painter

Calibri

11

A

</

Kuva 13. Korttilaskuri Excel ohjelmalla tehtynä

BoHa DNA Kaapit 2016 [Compatibility Model] - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	OSAJÄRL	ASEMA	KAAPPI	TYYPPI	ALUE	VAIHTOON	KEHIKOT	KEHIKKO LKM	KORTIT LKM	IO LKM/CIO	SOVELCIO	SOVELMIO	SOVELPROF	AIU8	AQU4	BIU	BOU	TIU	FIU
1	B_SULATTO	BP01	i21.01	m	CUNI	2017	0.1	2	28	1374	759	307	407	3	1	18	6	0	0
2		BP01	i01.06*	i	CUNI	2020	12.15,5.6,7,8,9	7	30					9	2	12	5	0	2
3		BP01	i04.01	i	NI	2017	10.2,3.13	4	58					15	5	23	15	0	0
4		BP01	s27.01	m	NI	2017	14.4	2	29					2	1	19	7	0	0
5		BP02	i14.01	m	CU	2022	0.1	2	32	972	658	261		8	3	15	5	1	0
6		BP02	i14.02	m	CU	2022	6.7	2	23					3	3	12	5	0	0
7	*=Esiinty	BP02	i08.01	m	CU	2022	2.3	2	30					2	0	20	8	0	0
8	useella rivillä	BP02	i08.02	m	CU	2022	4.5	2	29					6	2	14	6	1	0
9		BP03	s10.01	m	NI	2022	1	1	12	1730	689	136	689	2	1	6	3	0	0
10		BP03	s10.03*	m	CUNI	2022	14	1	7					0	0	5	2	0	0
11		BP03	s11.01	m	NI	2021	2.3	2	14					2	1	8	3	0	0
12		BP03	i03.01*	i	CUNI	2022	4.5,6,7	4	49					20	7	14	7	1	0
13		BP03	s11.03	m	NI	2021	8.9	2	21					3	1	12	5	0	0
14		BP03	s11.04	m	NI	2021	10.11	2	14					2	1	8	3	0	0
15		BP03	s11.05	m	NI	2021	12.13	2	29					4	3	13	7	2	0
16		BP03	i03.10*	i	CUNI	2022	0.15	2	26					3	3	15	5	0	0
17		BP04	i19.01	m	CUNI	2020	0.1	2	32	472	323			7	3	14	7	1	0
18		BP04	i19.02	m	CUNI	2020	2.3	2	30					8	2	13	6	1	0
19		BP05	s17.01	m	CU	2018	0.1	2	26	476	280			3	2	15	6	0	0
20		BP05	i11.01*	i	CUNI	2018	2.3	2	26					6	4	11	5	0	0
21		BP05	i76.01	i	CU	2018	6	1	3					2	0	1	0	0	0
22		BP06	s17.02	m	NI	2018	0.1	2	28	352	185			2	3	17	6	0	0
23		BP06	i11.01*	i	CUNI	2018	2	1	9					2	1	4	2	0	0
24		BP07	s12.01	m	CU	2018	0.1	2	25	1098	452	160		2	1	15	7	0	0
25		BP07	s12.02	m	CU	2018	2.3	2	23					2	2	14	5	0	0
26		BP07	i02.01*	i	CUNI	2017	4.5,6,7	4	51					9	3	24	13	2	0
27		BP08	s25.01	m	NI	2017	0.1	2	30	788	656		322	4	1	17	8	0	0
28		BP08	s25.02	m	NI	2017	2.3	2	29					2	1	17	9	0	0
29		BP08	i02.01*	i	CUNI	2017	4.5,6	3	47					9	3	24	11	0	0
30		BP09	i03.01*	i	CUNI	2022	0.1,2,3	4	64	1530	1098			22	11	20	10	1	0
31		BP09	s11.02	m	CU	2021	6.7	2	14					2	2	7	3	0	0
32		BP09	s11.07	m	CU	2021	10.11	2	32					2	2	20	8	0	0
33		BP09	i03.10*	i	CUNI	2022	4.5,9	3	46					6	5	19	16	0	0
34		BP09	s10.03*	m	CUNI	2022	8	1	0					0	0	0	0	0	0
35		KAAPIT	KAAPIT (2)	m	CUNI	2017													

Kuva 14. Elinkaarisuunnitelma ja järjestelmäkokoontapane

**I-KAAPIN MUUTOS ACN TEKNIikkaAN, PIKAOHJE**

Tässä ohjeessa määritellään eri työvaiheet instrumenttikaapin kalustamiseksi acn-tekniikkaan.

Kaapit ovat aina tapauskohtaisia, mutta tämä ohje toimii hyvänä muistilistana, mitä pitää ottaa huomioon kaappia uusittaessa sekä eri työläjien toteutusjärjestys.

**1 Esisuunnittelu ja kaappimäärittely sekä kustannusarvio**

- Kaappien määrittelyssä käytetään pohjana elinkaarisuunnitelma taulukkoa johon on kerätty tiedot kaappien kokoonpanoista, komponenttien kustannusvaikutus saadaan selville tätä kautta.
- Huomioidaan lakattujen komponenttien tarve.
- Kokonaiskustannusarvio voidaan tehdä näiden sekä arvioidun työmäärän perusteella.

**2 Investointiesitys**

- Investointiesitys tehdään kustannusarvion pohjalta, investointipäätös uusintoista pitää saada mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta suunnitteluun jää riittävästä aikaa.

**3 Suunnittelu / esisuunnittelu**

- Piirisuunnittelu aloitetaan vanhojen piirien siurolla alma-järjestelmään.
- Vanhojen piirien siuron jälkeen tehdään vertailu sovellusohjelman ja suunnittelutietokannan tietojen kesken. Dokumenttien paikkansapitävyys voidaan todeta myös kentällä.
- Vanhojen kaappien tarkka kokoonpano-kartoitus tehdään tässä vaiheessa käytössä olevien dokumenttien ja kenttäkäyntien perusteella.
- Ohjelma tai piirikaaviokorjaukset tehdään tulosten perusteella.
- Kehikoiden nimeys päätetään viimeistään tässä vaiheessa.

**4 Layout suunnittelu**

- Uusien kaappien layout-kuvat piirretään Network Designer ohjelmalla.
- Määritellään tarvittavat kortit ja adapterit, huomioidaan nauhakaapeleiden riittävyys.
- Layout kuvat annetaan valmistajalle joka tarkastaa suunnitelmien toteutuskelpoisuuden.

**5 Piirisuunnittelu / uudet piirikaaviot**

- Uudet piirikaaviot voidaan piirtää korttimäärittelyiden perusteella.
- ITU-korteille ei adapteria ole joten ne joudutaan siirtämään joko AI-korteille tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää CXW2-kytkentälevyä ja acn-ti4-korttia.
- Generoidaan suunnittelijalle uudet tunnukset

**6 Väyläkaavioiden suunnittelu**

- Väyläliitännät ja mahdolliset kuituliitännät suunnitellaan tarvittavilta osin.
- Mediauunnitimet huomioidaan suunnitelmissa.

Kuva 15. Pikaohje I-kaapin uusimiseksi



**MOOTTORIKAAPIN MUUTOS ACN TEKNIikkaAN, PIKAOHJE**

Tässä ohjeessa määritellään eri työvaiheet moottorikaapin uusimiseksi acn-tekniikkaan. Kaapit ovat aina tapauskohtaisia, mutta tämä ohje toimii hyvänä muistilistana, mitä pitää ottaa huomioon kaappia uusittaessa sekä eri työläjien toteutusjärjestys.

**1 Esisuunnittelu ja kaappimäärittely sekä kustannusarvio**

- Kaappien määrittelyssä käytetään pohjana elinkaarisuunnitelma taulukkoa johon on kerätty tiedot kaappien kokoonpanoista, komponenttien kustannusvaikutus saadaan selville tätä kautta.
- Huomioidaan lakattujen komponenttien tarve.
- Kokonaiskustannusarvio voidaan tehdä näiden sekä arvioidun työmäärän perusteella.

**2 Investointiesitys**

- Investointiesitys tehdään kustannusarvion pohjalta, investointipäätös uusintoista pitää saada mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta suunnitteluun jää riittävästi aikaa.

**3 Sähkösuunnittelu / esisuunnittelu**

- Sähkösuunnittelu aloitetaan vanhojen piirien siirrolla alma-järjestelmään.
- Vanhojen piirien siirron jälkeen tehdään vertailu sovellusohjelman ja suunnittelutietokannan tietojen kesken. Dokumenttien paikkansapitävyys todetaan myös kentällä.
- Vanhojen kaappien tarkka kokoonpano-kartoitus tehdään tässä vaiheessa käytössä olevien dokumenttien ja kenttäkäyntien perusteella.
- Ohjelma tai piirikaaviokorjaukset tehdään tulosten perusteella.
- Kehikoiden nimeys päätetään viimeistään tässä vaiheessa.

**4 Layout suunnittelu**

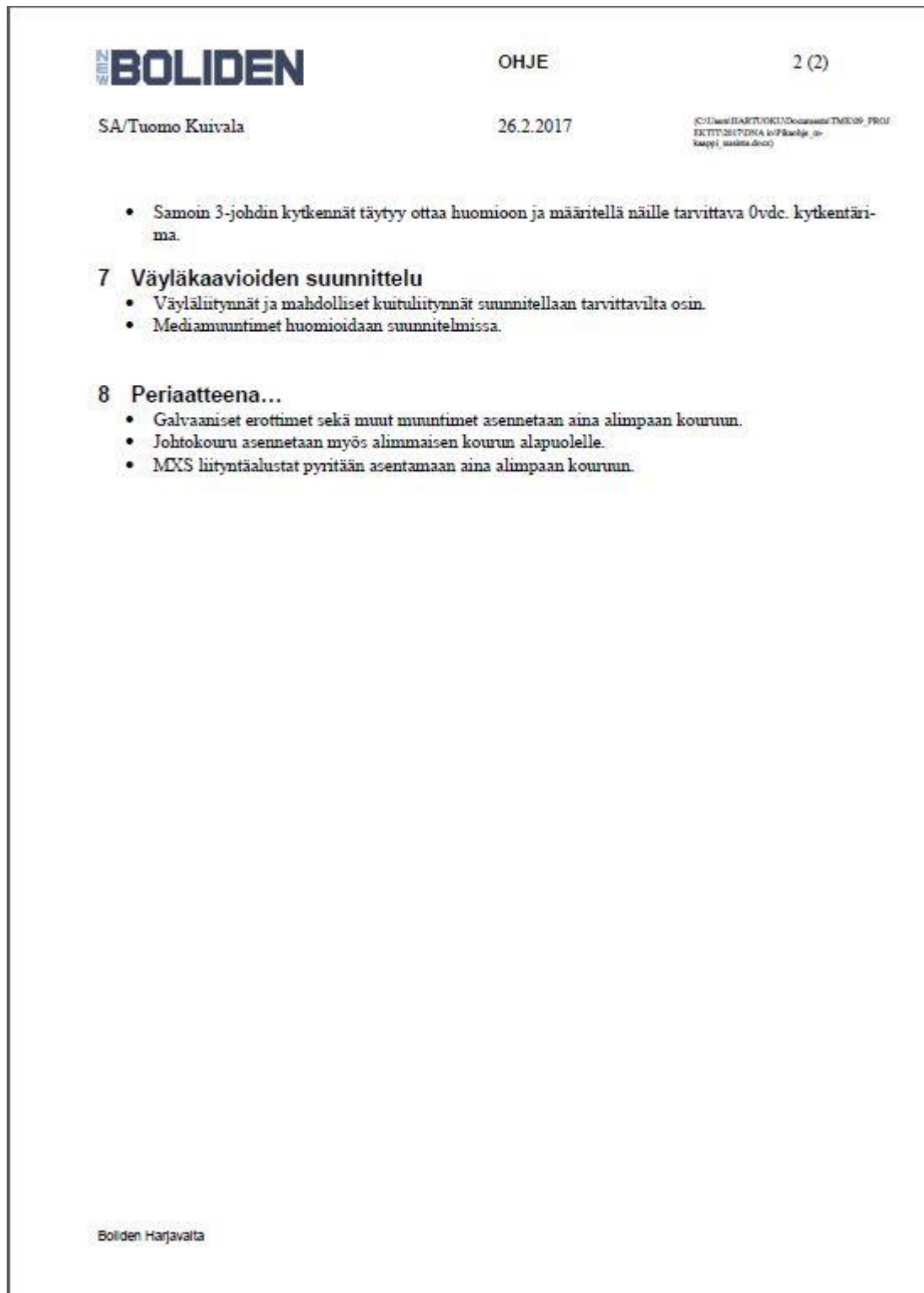
- Uusien kaappien layout-kuvat piirretään Network Designer ohjelmalla.
- Kaappien kalustus määräytyy kaapeleiden riittävyyden perusteella.
- Layout kuvat annetaan valmistajalle joka tarkastaa suunnitelmien toteutuskelpoisuuden.
- Kaapit tilataan layout-kuvien mukaan.

**5 Sähkösuunnittelu / uudet piirikaaviot**

- Uudet piirikaaviot voidaan piirtää layout-kuvan ja korttimäärittelyiden perusteella.
- Käydään kaappi tarkasti läpi ja piirretään layout muuntimiseen, huomioi kätisyys ja päätylevy.
- Tutkitaan 3-johdin kytkennät ja määritellään CCS-liitännät.
- Uudessa kaapissa on vähemmän kouruja GMB-levyjä varten kuin vanhassa.
- Määritellään GMB-levyjen merkinnät sekä releiden merkinnät.
- AI kanavien kytkentä AKT/PASS, kanavia voidaan joutua siirtämään.
- Generoidaan suunnittelijalle uudet tunnukset

**6 Instrumenttipiirien suunnittelu**

- Usein moottorikaappeihin on kytketty myöskin instrumenttipiirejä, näiden suunnittelussa pitää ottaa huomioon aktiivisuus/passiivisuus -kytkennät.



Kuva 17. Pikaohje M-kaapin uusimiseksi (sivu 2)